

### Fahrwegträger und damit hergestellte Magnetschwebbahn

Die Erfindung betrifft einen Fahrwegträger mit einer Gleitfläche für Magnetschwebbahnen, deren Fahrzeuge wenigstens je eine zum Absetzen auf der Gleitfläche bestimmte Gleitkufe aufweisen, und eine damit hergestellte Magnetschwebbahn.

- 5 Die Fahrwege von Magnetschwebbahnen werden aus Fahrwegträgern zusammengesetzt, die neben den zum Antrieb der Fahrzeuge bestimmten, häufig als Statorpakete von Langstator-Linearmotoren ausgebildeten Antriebsmitteln und den zur Spurführung bestimmten Seitenführungsflächen auch sog. Gleitflächen aufweisen. Diese sind meistens auf der oberen Oberfläche der Fahrwegträger angebracht und dienen sowohl
- 10 beim normalen Anhalten als auch in Notfällen zum Absetzen der Fahrzeuge mit Hilfe von an deren Unterseiten angebrachten Gleitkufen. Die Bezeichnungen "Gleit"-Fläche und "Gleit"-kufe sollen dabei zum Ausdruck bringen, daß die Gleitkufen nicht nur im Stillstand, sondern auch während der Fahrt der Fahrzeuge auf den Gleitflächen abgesetzt werden können und dann auf diesen gleitend fortbewegt werden, bis das
- 15 Fahrzeug zum Stillstand kommt. Eine solche Situation kann beispielsweise beim Ausfall eines Tragnagneten eintreten, weil dann ein zugehöriger Abschnitt des Fahrzeugs bzw. seines Schweberrahmens so weit absinkt, daß das Fahrzeug mit wenigstens einer Gleitkufe auf der Gleitfläche aufsetzt. Dadurch werden bei den mit Magnetschwebfahrzeugen erzielbaren hohen Geschwindigkeiten von 400 km/h und

- 2 -

mehr beträchtliche Reibungsenergien induziert und infolge dessen treten hohe Temperaturen und ein intensiver Verschleiß im Bereich der betroffenen Gleitpartner auf.

Bisher wurde den im Fall von Notabsetzungen auftretenden Reibungsverhältnissen  
5 wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Die Gleiteigenschaften ergaben sich vielmehr mehr oder weniger zufällig aus den für die Gleitkufen und die Gleitflächen verwendeten Materialien. Dabei wurde vorausgesetzt, daß die Gleitflächen wie die Fahrwegträger aus Stahl oder Beton bestehen und die Gleitkufen aus einem Material hergestellt werden müssen, das sich gegenüber Stahl oder Beton durch eine hohe Abriebfestigkeit  
10 auszeichnet. Bekannt ist es in diesem Zusammenhang auch, die Gleitflächen an Gleitleisten aus Stahl auszubilden und mit Korrosionsschutzschichten aus Zinkstaub und Eisenglimmer auf Epoxidharz- bzw. Polyurethanbasis zu versehen.

Beim praktischen Betrieb von Magnetschwebbahnen der beschriebenen Art hat sich  
15 ergeben, daß die auf diese Weise erzielten Gleiteigenschaften aus verschiedenen Gründen nicht ausreichen. Es kann insbesondere erwünscht sein, die Reparatur oder Wartung defekter Fahrzeuge nicht sofort und irgendwo längs des Fahrwegs durchzuführen, sobald ein Defekt auftritt, sondern die defekten Fahrzeuge, soweit möglich, noch bis zum Erreichen einer für Reparatur- und Wartungsarbeiten geeigneten  
20 Werkstatt weiterfahren zu lassen. In derartigen Fällen würden die beim Ausfall von Tragschienen auftretenden hohen Reibungskräfte zwischen den bisher bekannten Gleitkufen und Gleitflächen allerdings zu hohen mechanischen Belastungen und Temperaturen führen, so daß ein sicheres, ohne vorherigen vollständigen Verschleiß der Gleitkufen und/oder Gleitflächen erfolgreiches Erreichen der jeweils nächsten  
25 Werkstatt nur dadurch sichergestellt werden könnte, daß die Werkstätten längs des Fahrwegs in vergleichsweise kurzen Abständen angeordnet werden. Bei zu großen Abständen zwischen den Werkstätten würden viele Defekte an den Fahrzeugen auch zu einer Beschädigung der Gleitflächen führen und daher eine Reparatur der betreffenden Gleitflächen und ggf. des kompletten Fahrwegs erforderlich machen, was mit  
30 erheblichen Betriebskosten verbunden wäre und vermieden werden muß.

Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, die Gleitflächen der eingangs bezeichneten Fahrwegträger so auszubilden, daß die Gleiteigenschaften der Gleitpaarung Gleitfläche/Gleitkufe verbessert werden und dadurch größere Abstände zwischen den längs des Fahrwegs zu errichtenden Wartungs- und Reparaturwerkstätten  
5 möglich sind.

Zur Lösung dieses Problems dienen die Merkmale der Ansprüche 1 und 10.

Dadurch, daß die erfindungsgemäßen Gleitflächen mit einer Beschichtung versehen  
10 sind, die einen reibungs- und verschleißmindernden, auf das Gleitkufenmaterial abgestimmten Zusatzstoff enthält, können die Gleiteigenschaften derart optimiert werden, daß ein Magnetschwebefahrzeug beim Ausfall eines Tragsmagneten od. dgl. bzw. beim Aufsetzen wenigstens einer Gleitkufe auf der Gleitfläche noch eine vergleichsweise lange Wegstrecke zurücklegen kann, ohne daß sich eine für den  
15 Fahrweg und/oder das Fahrzeug kritische Situation ergibt. Die dadurch mögliche Vergrößerung der Abstände zwischen den längs des Fahrwegs vorzusehenden Werkstätten reduziert die Investitions- und Betriebskosten erheblich. Der geringere Verschleiß der Gleitflächen bei einer Notabsetzung bringt außerdem dem Vorteil vergrößerter Instandhaltungsintervalle mit sich.

20

Weitere vorteilhafte Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

25

Fig. 1 einen schematischen Querschnitt durch eine übliche Magnetschwebebahn mit einem Fahrwegträger und einem Fahrzeug;

Fig. 2 eine schematische, perspektivische Teilansicht eines erfindungsgemäßen  
30 Fahrwegträgers aus Beton, wobei eine ebenfalls aus Beton bestehende Gleitfläche mit einer übertrieben dick dargestellten Beschichtung versehen ist; und

Fig. 3 eine der Fig. 2 entsprechende Teilansicht eines erfindungsgemäßen Fahrwegträgers aus Beton, in den eine aus Stahl bestehende Gleitleiste eingesetzt ist, die eine übertrieben groß dargestellte Beschichtung aufweist.

- 5 Fig. 1 zeigt schematisch einen Querschnitt durch eine Magnetschwebbahn mit einem Antrieb in Form eines Langstator-Linearmotors. Die Magnetschwebbahn enthält eine Vielzahl von Fahrwegträgern 1, die in Richtung einer vorgegebenen Trasse hintereinander angeordnet sind und an den Unterseiten von Fahrwegplatten 2 angeordnete, mit Wicklungen versehene Statorpakete 3 tragen. Längs der Fahrwegträger 1 können
- 10 Fahrzeuge 4 mit Tragmagneten 5 verkehren, die den Unterseiten der Statorpakete 2 gegenüber stehen und gleichzeitig das Erregerfeld für den Langstator-Linearmotor bereit stellen.

- An den Oberseiten der Fahrwegplatten 2 sind in Fahrtrichtung erstreckte Gleitflächen
- 15 6 vorgesehen, die z.B. als die Oberflächen von speziellen, an den Fahrwegplatten 2 befestigten Gleitleisten 7 ausgebildet sind. Die Gleitflächen 6 wirken mit an den Unterseiten der Fahrzeuge 4 befestigten Gleitkufen 8 zusammen, die im Stillstand der Fahrzeuge 4 auf den Gleitflächen 6 abgestützt sind, so daß zwischen den Statorpaketen 3 und den Tragmagneten 5 vergleichsweise große Spalte 9 vorhanden sind. Für eine
- 20 Fahrt werden zunächst die Tragmagnete 5 aktiviert, um die Gleitkufen 8 von den Gleitflächen 6 abzuheben und in dem dadurch hergestellten Schwebezustand die Größe des Spalts 9 auf z.B. 10 mm einzustellen. Danach wird das Fahrzeug 4 in Bewegung gesetzt.

- 25 Magnetschwebbahnen dieser Art sind dem Fachmann allgemein bekannt (z.B. "Neue Verkehrstechnologien", Henschel Magnetfahrtechnik 6/86).

- In Fig. 2 ist ein aus Beton hergestellter Fahrwegträger 11 angedeutet, der an seiner Oberseite mit einer einstückig mit ihm hergestellten Erhebung bzw. Leiste 12 versehen
- 30 ist, die auf ihrer Oberseite eine Gleitfläche 14 für die Gleitkufen 8 des Magnetschwebfahrzeugs 4 nach Fig. 1 aufweist. Derartige Beton-Fahrwegträger 11 sind z.B.

aus den Druckschriften ZEV-Glas. Ann 105, 1989, S. 205 - 215 oder "Magnetbahn Transrapid, die neue Dimension des Reisens", Hertra Verlag Darmstadt 1989, S. 21 - 23 bekannt, die hiermit durch Referenz auf sie zum Gegenstand der vorliegenden Offenbarung gemacht werden.

5

Während die Leisten 12 bisher wie die Fahrwegträger 11 aus Beton bestehen, sind die Gleitflächen 14 erfindungsgemäß mit einer Beschichtung versehen, die drei übereinander angeordnete Lagen 15, 16 und 17 enthält. Dabei ist die innere Lage 15 unmittelbar auf die Gleitfläche 14 aufgebracht, die Lage 16 als Zwischenlage ausgebildet und  
10 die Lage 17 als äußere Lage hergestellt, so daß beim Fahrwegträger 11 nach Fig. 2 eigentlich die obere Oberfläche der äußeren Lage 17 als die Gleitfläche bezeichnet werden müßte, da im Normalfall nur sie mit den Gleitkufen 8 nach Fig. 1 in Berührung kommt. Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung wird allerdings vorgezogen, die Oberfläche 14 der Leiste 12 als die eigentliche Gleitfläche und die aus den drei  
15 Lagen 15 bis 17 bestehende Schicht als Beschichtung der Gleitfläche 14 zu bezeichnen.

Erfindungsgemäß ist beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 weiter vorgesehen, die Beschichtung zumindest in einem äußeren Bereich mit einem reibungs- und ver-  
20 schleißmindernden, auf das Material der Gleitkufen 8 abgestimmten Zusatzstoff zu versehen. Dieser Zusatzstoff ist in Anbetracht der meisten bisher verwendeten Gleitkufenmaterialien vorzugsweise Graphit oder Polytetrafluorethylen und wird zumindest der äußeren Lage 17 beigegeben. Dagegen dient die innere Lage 15 hauptsächlich als Grundierung bzw. Haftgrund. Die auf der inneren Lage 15 und unter der äußeren  
25 Lage 17 befindliche Zwischenlage 16 hat schließlich die Funktion einer Adapterschicht und soll eine optimale Verbindung zwischen der unteren Lage 15 und der äußeren Lage 17 gewährleisten.

Die innere Lage 15 besteht vorzugsweise aus einem auf die Betonoberfläche bzw.  
30 Gleitfläche 14 abgestimmten Epoxidharzsystem. Auch die mittlere Lage 16 besteht vorzugsweise aus einem Epoxidharz, das mit besonderem Vorteil ebenfalls mit einem

- 6 -

reibungs- und verschleißmindernden Zusatzstoff wie z.B. Graphit oder Polytetrafluorethylen modifiziert ist. Dagegen wird für die äußere Lage 17 vorzugsweise ein Polyurethanharz als Matrixmaterial verwendet, dem der tribologisch aktive Zusatzstoff Graphit, Polytetrafluorethylen od. dgl. beigemischt wird. Mit besonderem Vorteil wird  
5 der Matrix der äußeren Lage 17 außerdem ein zur Verminderung des Wärmeabsorptionsvermögens bestimmter Füllstoff wie z.B. Kreide zugesetzt.

In entsprechender Weise wird beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 vorgegangen, bei dem es sich um einen Fahrweg in Verbundbauweise handelt, der eine Mehrzahl von  
10 hintereinander angeordneten, aus Beton hergestellten Fahrwegträgern 18 enthält, in deren obere Oberflächen aus Stahl gefertigte, mit Gleitflächen 19 versehene Gleitleisten 20 eingelegt sind (z.B. EP-B1-0 381 136). Die Gleitflächen 19 stehen im Ausführungsbeispiel etwas über die Oberfläche des übrigen Fahrwegträgers 18 vor und sind in an sich bekannter Weise mit einer dem Korrosionsschutz dienenden Beschichtung  
15 versehen, die z.B. eine erste, innere Lage 21 aus Zinkstaub auf der Basis von Epoxidharz, eine dieser aufliegende, mittlere Lage 22 aus Eisenglimmer auf der Basis von Epoxidharz und eine dritte, äußere Lage 23 aus Eisenglimmer auf der Basis von Polyurethanharz enthält. Schichtenfolgen dieser Art sind z.B. in dem Dokument "Der Transrapid, wir stellen die Weichen für China" der Fa. ThyssenKrupp Stahlbau GmbH  
20 2/2002 am Beispiel einer aus Stahl gefertigten Biegeweiche beschrieben, weshalb dieses Dokument zur Vereinfachung der Darstellung durch Referenz zum Gegenstand der vorliegenden Offenbarung gemacht wird.

Erfindungsgemäß wird eine derartige, dem Antirost- und Korrosionsschutz dienende  
25 Beschichtung im wesentlichen beibehalten, jedoch wird wie im Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 zumindest in einem äußeren Bereich ein reibungs- und verschleißmindernder, auf das Material der Gleitkufen 8 abgestimmter Zusatzstoff wie z.B. Graphit oder Polytetrafluorethylen eingebracht. Zu diesem Zweck wird erfindungsgemäß die innere Lage 21 aus einem Antirost-Haftgrund auf Epoxidharzbasis, die zweite oder mittlere  
30 Lage 22 aus einer als Adapterschicht wirkenden Epoxidharz-Matrix und die äußere Lage 23 aus einer z.B. mit Graphit oder Polytetrafluorethylen modifizierten Schicht

auf der Basis von Polyurethanharz hergestellt, wobei mit besonderem Vorteil auch die mittlere Adapterschicht bzw. Lage 22 mit einem reibungs- und verschleißmindernden Zusatzstoff wie Graphit oder Polytetrafluorethylen modifiziert ist.

- 5 Bei den beschriebenen polymeren Harzsystemen handelt es sich vorzugsweise um handelsübliche, aufeinander abgestimmte Systeme, die beim jeweiligen Hersteller zusätzlich mit der tribologisch aktiven Komponente versehen werden. Alle Lagen werden dabei vorzugsweise durch einen kombinierten Spritz- oder Rollprozeß auf die Gleitflächen 14 bzw. 19 aufgetragen.

10

- Nachfolgend werden zwei bevorzugte Ausführungsbeispiele angegeben, die jeweils auf ein Gleitkufenmaterial aus C-CSiC optimal abgestimmt sind. Hierbei handelt es sich um einen mit Kohlenstofffasern verstärkten Kohlenstoff C-C, der zum Teil mit Silicium zur Reaktion gebracht wird, so daß sich teilweise Siliciumcarbid (SiC) bildet,
- 15 das dem Kohlenstoff die benötigte Härte gibt. Das fertige Gleitkufenmaterial kann daher als eine mit Kohlenstofffasern verstärkte und mit SiC angereicherte Kohlenstoff - Keramik bezeichnet werden.

#### Beispiel 1

20

Ausgehend vom Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 wird derzeit die folgende Schichtzusammensetzung für am besten gehalten:

1. Die Lage 15 wird aus einer mit aromatischen Aminen gehärteten, niedrigmolekularen Epoxidfarbe hergestellt, wobei es sich um ein niedrig viskoses Produkt mit guten Penetrationseigenschaften handelt. Das Material wird durch Spritzen aufgebracht. Die Schichtdicke der Lage 15 beträgt 250 µm.
  2. Die Lage 16 wird mit einer aus zwei Komponenten zubereiteten, polyamid-addukt-gehärteten Epoxidfarbe mit guten Benetzungseigenschaften und geringer Wasserdurchlässigkeit hergestellt. Vor dem Aufbringen auf die Lage 15 wird
- 30

- 8 -

die Epoxidfarbe mit ca. 20 Masse- bzw. Gewichtsprozent (nachfolgend kurz nur als Gew. % bezeichnet) Graphit versetzt. Die fertige Mischung wird durch Spritzen und so auf die Schicht 15 aufgebracht, daß die ausgetrocknete Lage 16 hart und abriebfest ist und eine Dicke von ca. 250  $\mu\text{m}$  besitzt.

5

3. Die Lage 17 wird mit einer zweikomponentigen Polyurethan-Acryl-Deckfarbe hergestellt, die vor dem Aufbringen auf die Schicht 16 mit ca. 45 Gew. % Graphit vermischt wird. Der Auftrag erfolgt durch Rollen, ggf. unter zusätzlicher Anwendung eines Spachtels. Die Lage 17 erhält eine Dicke von ca.

10 300  $\mu\text{m}$ .

Die fertige Beschichtung besitzt eine Beschichtung von 0,8 mm und ausgezeichnete Gleiteigenschaften, insbesondere bei Anwendung von Gleitkufen 8 aus der oben genannten, kohlenfaserverstärkten Keramik auf der Basis von C-CSiC.

15

Für das Beispiel 1 wurde ein System der Fa. Hempel (D-25421 Pinneberg) eingesetzt, wobei für die Lage 15 das Produkt Hempadur Sealer 05970 mit dem Härter 95950, für die Lage 2 das Produkt Hempadur 45143/4514A mit dem Härter 97430 und für die Lage 17 das Produkt Hempel's 555DE mit dem Härter 95370 zur Anwendung

20 kam.

### Beispiel 2

Ausgehend vom Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 wird die folgende Schichtzusammen-  
25 setzung für derzeit am besten gehalten:

1. Auf die Gleitfläche 19 wird als Lage 21 eine zwei Komponenten enthaltende polyamid-gehärtete Zinkstaubfarbe durch Spritzen aufgetragen. Die Schichtdicke beträgt ca. 120  $\mu\text{m}$ .

30



2. Die Lage 22 wird mit einer zweikomponentigen, polyamid-  
gehärteten Epoxidfarbe hergestellt, die mit Eisenglimmer pigmentiert und im fertigen  
Zustand hart und sehr abriebfest ist. Die Schichtdicke beträgt ca. 250µm. Vor dem  
Auftrag durch Rollen wird die Epoxidfarbe mit 15 Gew. % PTFE-Feinpulver modifi-  
5 ziert.

3. Die Lage 23 wird mit einer zweikomponentigen, Polyurethan-  
Acryl-Deckfarbe analog zur Lage 17 des Beispiels 1, jedoch mit PTFE anstatt Graphit  
hergestellt, wobei der Zusatz an PTFE-Feinpulver 35 Gew. % beträgt. Die Schicht-  
10 dicke der Lage 23 wird mit ca. 350 µm bemessen.

Die fertige Beschichtung besitzt eine Dicke von 0,72 mm und ausgezeichnete Gleit-  
eigenschaften, insbesondere bei Anwendung von Gleitkufen 8 aus der oben genannten  
kohlenstofffaserverstärkten Keramik auf der Basis auf der Basis von C-CSiC.

15

Für das Beispiel 2 wurde ein System der Fa. Hempel (D-25421 Pinneberg) verwendet,  
wobei für die Lage 21 das Produkt Hempel's 160DE mit dem Härter 95360, für die  
Lage 22 das Produkt Hempel's 552DE mit dem Härter 95360 und für die Lage 23 das  
Produkt Hempel's 555DE mit dem Härter 95370 zur Anwendung kam.

20

Mit den Beispielen 1 und 2 wird überraschend der Vorteil erzielt, daß die Gleitrei-  
bungszahl der tribologischen Paarung Gleitfläche/Gleitkufe drastisch reduziert ist und  
die Verschleißfestigkeit der Paarung bis um das Zehnfache ansteigt. Außerdem wird  
eine ausgezeichnete Haftfestigkeit der Beschichtung insgesamt erzielt.

25

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, die auf  
vielfache Weise abgewandelt werden können. Das gilt insbesondere im Hinblick auf  
die im Einzelfall vorhandene Konstruktion der Fahrwegträger, bei denen es sich außer  
um die beschriebenen Beton- und/oder Verbundkonstruktionen auch um vollständig  
30 aus Stahl bestehende Fahrwegträger handeln kann. Außerdem umfaßt der Begriff  
"Fahrwegträger" im Rahmen der vorliegenden Erfindung alle zur Herstellung von

- 10 -

Fahrwegen für Magnetschwebefahrzeuge der beschriebenen Art geeigneten Konstruktionen (Träger-, Platten- und Modulbauweisen und dergleichen) unabhängig davon, ob die Gleitflächen 14, 19 an Erhebungen von Betonträgern oder an speziellen Gleitleisten aus Stahl oder Beton vorgesehen sind, die durch Verbundbauweise oder

5 durch Schweißen, Schrauben oder sonstwie mit anderen Bauteilen zu den fertigen Fahrwegträgern verbunden sind, oder einfach aus den im wesentlichen ebenen Oberflächen der Beton-, Verbund- oder Stahlträger bestehen. Weiter ist klar, daß die beispielhaft angegebenen Systeme der Fa. Hempel auch vollständig oder teilweise durch entsprechende Systeme anderer Firmen ersetzt, andere als die beschriebenen

10 Dicken für die verschiedenen Lagen gewählt und andere Anteile des Zusatzstoffes in den Lagen 16, 17 bzw. 22, 23 angewendet werden können. Als Matrixmaterial für die äußeren Lagen 17, 23 könnte alternativ z. B. auch ein Material auf der Basis eines Epoxid- oder Acrylatharzes verwendet werden. Außerdem ist es zweckmäßig, die Gleitflächen 14, 19 jeweils mit einem gewissen Untermaß herzustellen, damit sich

15 nach der Beschichtung das geforderte Zangenmaß zwischen der Beschichtungsoberfläche und den Unterseiten der Statorpakete 3 ergibt. Alternativ könnte die durch die Beschichtung bewirkte Erhöhung des Zangenmaßes auch durch eine entsprechende Veränderung der Gleitkufen 8 ausgeglichen werden. Schließlich versteht sich, daß die verschiedenen Merkmale auch in anderen als den dargestellten und beschriebenen

20 Kombinationen angewendet werden können.

Ansprüche

1. Fahrwegträger mit einer eine Beschichtung aufweisenden Gleitfläche (14, 19) für Magnetschwebefahrzeuge (4), die wenigstens je eine zum Absetzen auf der Gleitfläche (14, 19) bestimmte Gleitkufe (8) aufweisen, wobei die Beschichtung zumindest in einem äußeren Bereich mit einem reibungs- und verschleißmindernden, auf das Gleitkufenmaterial abgestimmten Zusatzstoff versehen ist.
2. Fahrwegträger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzstoff Graphit und/oder Polytetrafluorethylen enthält.
3. Fahrwegträger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung mehrlagig ausgebildet ist und zumindest eine äußere Lage (17, 23) aus einem mit dem Zusatzstoff modifizierten Polyurethan-, Epoxid- oder Acrylatharz enthält.
4. Fahrwegträger nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Lage (17, 23) in Abhängigkeit vom Gleitflächenmaterial 30 Gew. % bis 50 Gew. % Graphit als Zusatzstoff enthält.
5. Fahrwegträger nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Lage (17, 23) in Abhängigkeit vom Gleitflächenmaterial 10 Gew. % bis 40 Gew. % Polytetrafluorethylen als Zusatzstoff enthält.
6. Fahrwegträger nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung eine zweite, unterhalb der äußeren Lage (17, 23) angeordnete, als Adapterschicht wirksame Lage (16, 22) aus einem mit dem Zusatzstoff modifizierten Epoxidharz enthält.
7. Fahrwegträger nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Lage (16, 22) in Abhängigkeit vom Gleitflächenmaterial ca. 10 Gew. bis 30 Gew. % Graphit als

- 12 -

Zusatzstoff enthält.

8. Fahrwegträger nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Lage (16, 22) in Abhängigkeit vom Gleitflächenmaterial 10 Gew. % bis 40 Gew. % Polytetra-  
5 flourethylen als Zusatzstoff enthält.
9. Fahrwegträger nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung eine innere, unmittelbar auf die Gleitfläche (14, 19) aufgebrachte dritte, als Haftgrund ausgebildete Lage (15, 21) auf der Basis von Epoxidharz enthält.
- 10
10. Fahrwegträger nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Gleitfläche (19) aus Stahl besteht und die dritte Lage (23) als Antirost-Haftgrund ausgebildet ist.
11. Fahrwegträger nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß  
15 die Beschichtung eine Schichtdicke von insgesamt höchstens 1 mm hat.
12. Magnetschwebebahn mit einem Fahrweg, der eine Mehrzahl von mit Gleitflächen (14, 19) versehenen Fahrwegträgern (11, 18) enthält, und mit wenigstens einem Magnetschwebefahrzeug (4), das wenigstens eine zum Absetzen auf den Gleitflächen  
20 (14, 19) bestimmte Gleitkufe (8) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrwegträger (11, 18) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11 ausgebildet sind.
13. Magnetschwebebahn nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Gleitkufen (8) der Magnetschwebefahrzeuge (4) aus einem mit Kohlenstofffasern verstärkten,  
25 mit SiC angereichertem Kohlenstoff hergestellt sind.



2/2

Fig. 2

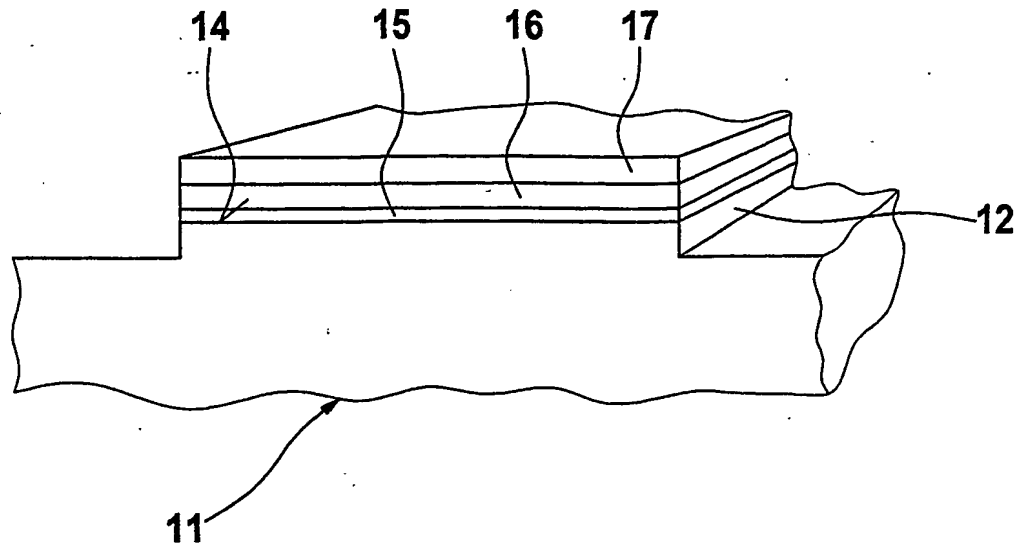
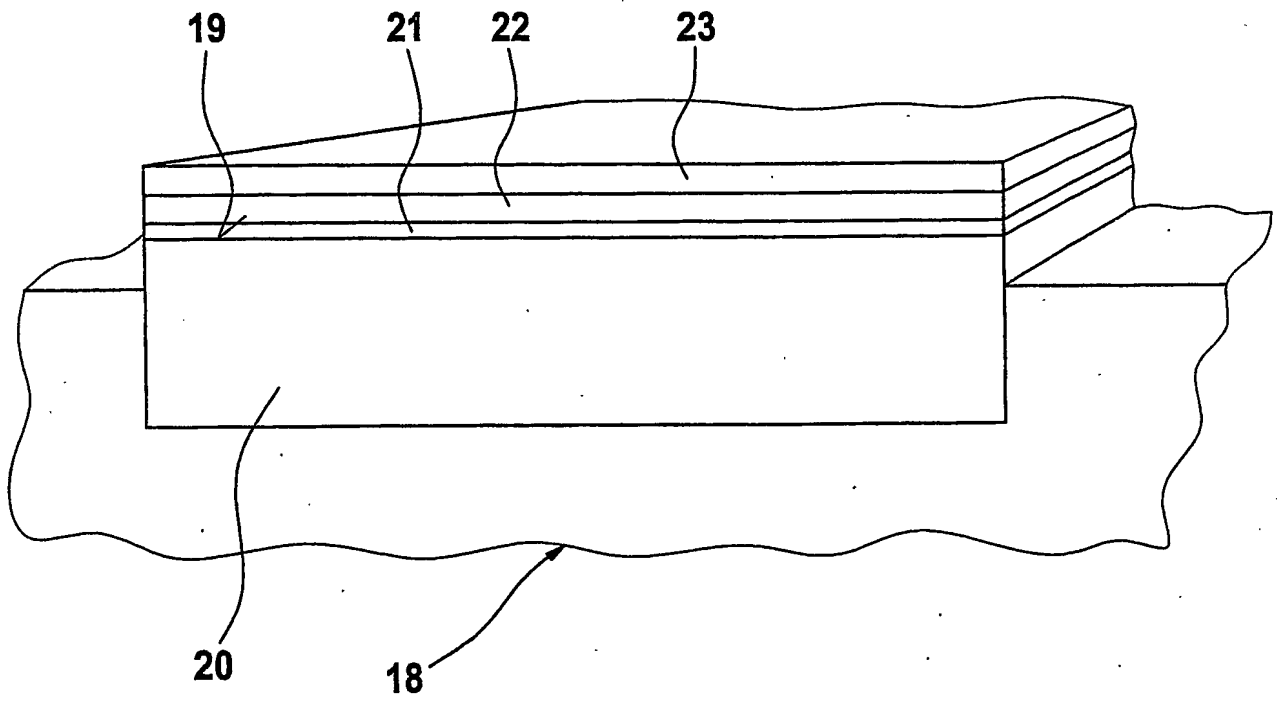


Fig. 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/000564

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 E01B25/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 E01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 649 489 A (MORENA JOHN ET AL) 22 July 1997 (1997-07-22) figures 1-5,14,19,23	1,3,10, 12
A		6,9,11
X	DE 20 21 834 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 30 March 1972 (1972-03-30) page 6, paragraph 2; claims 1,6; figure 1	1,2
A		3,5,8, 11,12
A	DE 29 00 053 A (THYSSEN INDUSTRIE) 10 July 1980 (1980-07-10) figures 1,4	1,12
A	EP 0 381 136 A (THYSSEN INDUSTRIE) 8 August 1990 (1990-08-08) abstract; figure 1	1,12

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 July 2004

Date of mailing of the international search report

12/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fernandez, E

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5649489	A	22-07-1997	US 5511488 A	30-04-1996
			US 5809897 A	22-09-1998
			AU 2394095 A	16-11-1995
			EP 0757640 A1	12-02-1997
			WO 9529084 A1	02-11-1995
			ZA 9503338 A	09-01-1996
DE 2021834	A	30-03-1972	DE 2021834 A1	30-03-1972
			FR 2090969 A5	14-01-1972
			GB 1341265 A	19-12-1973
			JP 53041407 B	02-11-1978
			SU 465777 A3	30-03-1975
			US 3797402 A	19-03-1974
DE 2900053	A	10-07-1980	DE 2900053 A1	10-07-1980
EP 0381136	A	08-08-1990	DE 3902949 A1	09-08-1990
			AU 631839 B2	10-12-1992
			AU 4904790 A	09-08-1990
			CA 2009132 A1	01-08-1990
			CN 1044836 A	22-08-1990
			DD 291792 A5	11-07-1991
			DE 59000298 D1	22-10-1992
			EP 0381136 A1	08-08-1990
			JP 2248501 A	04-10-1990
			RU 2023785 C1	30-11-1994
			US 5027713 A	02-07-1991



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2004/000564

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 E01B25/30

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 E01B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 649 489 A (MORENA JOHN ET AL) 22. Juli 1997 (1997-07-22) Abbildungen 1-5,14,19,23	1,3,10, 12
A	---	6,9,11
X	DE 20 21 834 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 30. März 1972 (1972-03-30) Seite 6, Absatz 2; Ansprüche 1,6; Abbildung 1	1,2
A	---	3,5,8, 11,12
A	DE 29 00 053 A (THYSSEN INDUSTRIE) 10. Juli 1980 (1980-07-10) Abbildungen 1,4	1,12
	---	
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

2. Juli 2004

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

12/07/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Fernandez, E

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000564

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>EP 0 381 136 A (THYSSEN INDUSTRIE)              8. August 1990 (1990-08-08)              Zusammenfassung; Abbildung 1              -----</p>	1,12

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5649489	A	22-07-1997	US 5511488 A	30-04-1996
			US 5809897 A	22-09-1998
			AU 2394095 A	16-11-1995
			EP 0757640 A1	12-02-1997
			WO 9529084 A1	02-11-1995
			ZA 9503338 A	09-01-1996
DE 2021834	A	30-03-1972	DE 2021834 A1	30-03-1972
			FR 2090969 A5	14-01-1972
			GB 1341265 A	19-12-1973
			JP 53041407 B	02-11-1978
			SU 465777 A3	30-03-1975
			US 3797402 A	19-03-1974
DE 2900053	A	10-07-1980	DE 2900053 A1	10-07-1980
EP 0381136	A	08-08-1990	DE 3902949 A1	09-08-1990
			AU 631839 B2	10-12-1992
			AU 4904790 A	09-08-1990
			CA 2009132 A1	01-08-1990
			CN 1044836 A	22-08-1990
			DD 291792 A5	11-07-1991
			DE 59000298 D1	22-10-1992
			EP 0381136 A1	08-08-1990
			JP 2248501 A	04-10-1990
			RU 2023785 C1	30-11-1994
			US 5027713 A	02-07-1991